

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-097966

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

---

(51)Int.Cl. H03H 9/145

H03H 9/25

H03H 9/64

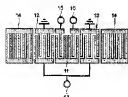
---

(21)Application number : 09-275174 (71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 22.09.1997 (72)Inventor : NAKAZAWA MICHYUKI  
OSANAI KATSUNORI  
SATO KATSUO

---

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide balanced type output terminals, to increase the impedance, and to prevent a filter from being largely scaled due to this by dividing a central surface acoustic wave transformer (IDT) into two part,

and constituting it so that acoustic cascade connection and electric serial connection can be obtained.

SOLUTION: A central IDT 11 is arranged on a piezoelectric substrate, and outside IDT 12 and 13 are arranged at the both outside parts, and reflectors 14 and 14 are arranged at the further both outside parts. The polarities of the right and left acoustic ports of the central IDT 11 are made opposite so that the outside IDT 12 and 13 can be formed so as to be vertically inverted. Output terminals 15 and 16 connected with the central IDT 11 are commonly formed as ungrounded balanced output type output terminals. The central IDT 11 is divided into two parts, and serially connected so that output impedance can be turned into 200  $\Omega$ . An input terminal 17 connected with the outside IDT 12 and 13 is obtained as an unbalanced type input terminal.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.06.2000

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection] 21.05.2002

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] On a piezo-electric substrate, contiguity arrangement of the three IDT(s) is carried out along the surface acoustic wave propagation direction, a reflector is arranged on both the outside, it is a vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter using association with zero-order symmetric mode and secondary symmetric mode, central IDT is divided into two, and they are cascade connection and the surface acoustic wave filter constituted so that it might become series connection electrically acoustically.

[Claim 2] On a piezo-electric substrate, contiguity arrangement of the two IDT(s) is carried out along the surface acoustic wave propagation direction, a reflector is arranged on both the outside, it is a vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter using association with zero-order symmetric mode and primary antisymmetrical state mode, one side of said two IDT(s) is divided into two, and they are cascade connection and the surface acoustic wave filter constituted so that it might become series connection electrically acoustically.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is a thing about the surface acoustic wave filter used for a cellular phone etc. They are three surface acoustic wave converters (Interdigital Transducer) in more detail. Use and association of two symmetric modes, zero-order and the 2nd order, is used. the following and IDT -- outlining -- And the vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter which made the balanced output of an electrical signal possible and enabled the direct signal input to a semi-conductor active element, And it is related with the vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter which used association with zero-order symmetric mode and primary antisymmetrical state mode, and made the balanced output of an electrical signal possible using two IDT(s), and enabled the direct signal input to a semi-conductor active element.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the mobile communication device which began from the land mobile radiotelephone attached in the automobile shifts to each carrying-izing and the so-called cellular phone, and is spreading quickly. It becomes large [ the demand to small, a light weight, and low-loss-

izing ] with that spread increasingly [ this portable telephone ], and small, a light weight, and low loss-ization are called for also from each components used for the interior. A surface acoustic wave filter is used for the high pass filter which are the main component parts in a mobile communication device as what can meet this demand. A surface acoustic wave filter is a filter using the surface acoustic wave which spreads a solid-state front face, and many are reported about the construction until now.

[0003] The frequencies used for mobile communications, especially a cellular phone are 800MHz - 1GHz, about 1.5GHz, and 1.8-2GHz, and it will be thought further from now on that the frequency band which exceeds 2GHz with the increment in need is also used. It is already well-known that low loss and a large passband are required of the filter used in these frequency bands, and there is a vertical joint mold duplex mode filter using the surface acoustic wave as the suitable configuration approach for this demand implementation in it.

[0004] What was indicated by JP,7-1859,B is mentioned as one of the examples of a configuration of a vertical joint mold duplex mode filter. Zero-order and the secondary symmetrical mode which is the so-called even symmetric mode are excited in this official report to a core, and constituting a duplex mode filter by these association is shown to it by by arranging three IDT(s) along the surface acoustic wave propagation direction, and arranging a grid-like reflector on both that outside on a piezoelectric substrate (in this case, the lithium tantalate of X cut 112 degree rotation Y propagation being used). Here, it is because these two modes are excited in the same direction as the surface acoustic wave propagation direction to call it vertical association. Such a duplex mode filter is known for many years in the monolithic filter which used the Xtal bulk wave, and it is known on the occasion of the design that frequency arrangement in the two modes is important. Also in this official report, as this frequency arrangement, the resonance frequency in zero-order mode and the antiresonant frequency in the secondary mode are made mostly in agreement, namely, making it the normalized frequency difference of both frequencies become small from 0.0005

is shown. And it is shown by this configuration that the filter of 0.40% of fractional band width (value which **\*\*ed**) pass band width with center frequency) was obtained.

[0005] On the other hand, contiguity arrangement of the two IDT(s) is carried out in the surface acoustic wave propagation direction, and what was indicated by JP,3-51330,B is mentioned, for example as an example of a configuration of the vertical joint mold duplex mode filter of a configuration of having arranged the reflector on both the outside. in this case, a core -- receiving -- the symmetrical zero-order mode -- anti- -- the primary symmetry mode is excited and these association constitutes a duplex mode filter. IDT which lithium tantalate and ST cut Xtal are used as a piezo-electric substrate, and is formed on the substrate in the conventional example quoted here -- the total -- it is shown by by controlling a logarithm and crossover width of face that the pass band width of the filter constituted is controllable. In addition, although there is no clear description about the cut angle and the surface acoustic wave propagation direction of lithium tantalate in this official report, it is expected from description of the temperature characteristic that it is X cut 112 degree rotation Y propagation.

[0006] Now, various kinds of things, such as a U.S. AMPS method, European GSM, EGSM and a CT-2 method, PHS of Japan, PDC, and a NTACS method, exist in the mobile communications which are used in and outside [ current ], i.e., a cellular phone, and a cordless telephones system, and practical use is going to be further presented also with the CDMA method and the W-CDMA (wideband CDMA) method. With the filter used for the RF circuit section of these systems, although the thing of various specifications is required for pass band width from several MHz to dozens of MHz, said vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter shall meet this wide range specification demand. If a piezo-electric substrate is constituted from an ingredient with a big electromechanical coupling coefficient, pass band width can be made large and two IDT(s) will be prepared, and specifically, it will become that it is [ broadband-izing ] more possible to have prepared three IDT(s) and to use zero-order symmetric mode

and secondary symmetric mode rather than it uses zero-order symmetric mode and primary antisymmetrical state mode. The structure which prepared two IDT(s) in this is indicated by JP,4-207615,A using the 64-degree rotation Y cut lithium niobate with a big electromechanical coupling coefficient as a piezoelectric substrate, and the structure which prepared three IDT(s) in 64-degree rotation Y cut lithium niobate is indicated by JP,5-267990,A. Thus, the piezoelectric substrate used in a vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter and the number of IDT to install are suitably combined according to requirement specification.

[0007] As stated above, the surface acoustic wave filter is used abundantly at the RF circuit section of a mobile telecom terminal machine for the description that it is lightweight small. And in order to respond to various requirement specification, a vertical joint mold duplex mode filter with a big design degree of freedom is suitable.

[0008] by the way, a mobile telecom terminal -- if the configuration of a portable telephone is specifically found, said surface acoustic wave filter is usually arranged between the low noise amplifier of the received RF circuit section, and mixers, or on the preceding paragraph of low noise amplifier. In order that an I/O impedance may be 200ohms, and may make a dynamic range large by the low battery and, as for active elements, such as a mixer and amplifier, may usually acquire high gain, let I/O be a balanced type increasingly. However, with the conventional surface acoustic wave filter mentioned above, since it is the unbalance mold with which an I/O impedance is set to 50 ohms, and one terminal of each terminal pair of I/O is grounded, direct continuation to a circumference active element is not made, and there is a problem that the effect of a noise is unremovable with touch-down conditions.

[0009] The technical problem about equilibration of I/O of an active element and equilibration of I/O of the surface acoustic wave filter used there is reported, for example in "the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers synthesis convention lecture collected-works (foundation and

boundary) lecture number A-11-17 and p1997 [ 292 or ]." In this report, using four 100-ohm system SAW resonator filters as an SAW filter for RF which can respond to 50ohm adjustment of unbalance by the side of an antenna, and 200ohm adjustment of balances by the side of amplifier, it is that consider an input side as juxtaposition and an output side considers as series connection, and the 50ohm-200ohm impedance is realized. And in a balanced output side, I/O phase inversion of one SAW filter is carried out by the inversion of the sense of IDT, and it is considering as the configuration to which a balanced signal is outputted. However, with this configuration, component size becomes large, consequently the picking number per wafer becomes fewer, and there is a problem used as cost quantity.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In a vertical joint mold duplex mode filter, the purpose of this invention is avoiding enlargement of the filter by this while it uses the terminal of an input or an output [ both the I/O or ] as a balanced type and raises the impedance before and after [ of the 4 times ] 200ohms from 50ohms of a configuration conventionally.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned purpose is attained by the configuration of following (1) and either of (2).

(1) On a piezo-electric substrate, contiguity arrangement of the three IDT(s) is carried out along the surface acoustic wave propagation direction, and arrange a reflector on both the outside, and it is a vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter using association with zero-order symmetric mode and secondary symmetric mode, divide central IDT into two, and they are cascade connection and the surface acoustic wave filter constituted so that it might become series connection electrically acoustically.

(2) On a piezo-electric substrate, contiguity arrangement of the two IDT(s) is carried out along the surface acoustic wave propagation direction, and arrange a reflector on both the outside, and it is a vertical joint mold dual mode surface



acoustic wave filter using association with zero-order symmetric mode and primary antisymmetrical state mode, divide one side of said two IDT(s) into two, and they are cascade connection and the surface acoustic wave filter constituted so that it might become series connection electrically acoustically.

[0012]

[Function and Effect] one IDT conventionally set as 50 ohms in this invention -- 2 -- dividing -- and these -- acoustical -- concatenation (cascade) connection -- without increasing a component dimension to the conventional vertical joint mold duplex mode filter, since it arranges so that it may become series connection electrically, 4 times [ over the past ] as many 200 ohms as this can be raised, and an impedance can be adjusted with the input impedance of a circumference active element. Moreover, since the bus bar for connection to the external terminal with which it had countered on both sides of the IDT electrode finger conventionally can be formed in the same edge, the both-ends child of a balanced blocking output terminal pair can see from an outside, and it can consider as the same electric merit, and is desirable in property.

[0013]

[Example] Hereafter, this invention is explained to a detail based on an example.

[0014] Drawing 1 is the electrode structure schematic diagram showing one example of the surface acoustic wave filter of this invention. With this surface acoustic wave filter, on the piezo-electric substrate (not shown), a center IDT 11 is arranged, an outside 12 and IDT 13 is arranged on both that outside, and reflectors 14 and 14 are arranged further at both that outside.

[0015] Although the electrode used for the piezo-electric substrate the aluminum-0.5wt%Cu alloy which carried out spatter membrane formation in this example using 64-degree rotation Y cut X propagation lithium niobate, you may be other membrane formation approaches and electrode material may also be pure aluminum and other aluminum alloys. Moreover, what is necessary is just to set these up suitably according to requirement specification, although the IDT period  $\lambda$  was set to 4.648 micrometers and electrode thickness standardized by

this lambda was made into 3.55% in this example.

[0016] next -- if it describes about the item of IDT and a reflector -- the efficiency of a center IDT11 -- a logarithm -- 17 pairs -- it is -- the efficiency of an outside 12 and IDT 13 -- a logarithm is 11 pairs, respectively and electrode finger crossover width of face is  $56\lambda$ . With this configuration, since the sound port of right and left of a center IDT11 serves as antipole nature mutually, the outside 12 and IDT 13 of both that outside has been formed so that it may become vertical reversal mutually. However, it can also consider as the same structure by shifting the distance from Center IDT half wave length, without considering an outside 12 and IDT 13 as reversal relation. The reflector 14 made the number of reflective stripes 250, and it set up the pitch widely a little so that the IDT conductance maximum location might enter in a reflector stop band.

[0017] The configuration of drawing 1 is a balanced output mold with which neither of output terminals 15 and 16 connected in the center IDT11 are grounded, and since it can take out output terminals 15 and 16 from a surface acoustic wave propagation path with almost equal electric length, it is desirable in property. And since a center IDT11 is halved and it is considering as series connection, an output impedance is set to 200 ohms. In addition, in this configuration, when it considered as structure conventionally, without considering a center IDT11 as a division series connection configuration, it checked separately that both I/O impedances were 50ohms. With this configuration, since the input terminal 17 connected to the outside 12 and IDT 13 is used as the unbalance mold, it becomes the configuration of -200ohm balanced output of 50-ohm unbalanced inputs. However, if an input terminal 17 is used as an output terminal, using output terminals 15 and 16 as an input terminal, it can consider as the configuration of -50ohm unbalanced output of 200-ohm balanced inputs. As which configuration it considers should just choose suitably according to the application part of a surface acoustic wave filter. In addition, it is same that it is good even if reverse in an output terminal and an input terminal also in other examples explained below.

[0018] In addition, although what is necessary is just to divide into two so that an electrode characteristic may become equal as shown in drawing 1 when the center IDT of 50-ohm system which becomes the origin of division has even electrode fingers, when the center IDT of 50-ohm system which becomes the origin of division has odd electrode fingers, two IDT(s) used as a division serial configuration will differ in one electrode characteristic.

[0019] Other examples of this invention are shown in drawing 2 . Although considering a vertical joint mold duplex mode filter as a two-step cascade connection configuration was known from the former for reservation of the magnitude of attenuation of a filter out of band, the example which applied this invention to this two-step cascade connection configuration is an example shown in drawing 2 . In the 1st step of vertical joint mold duplex mode filter 1a which has three IDT(s) into which both sides were inserted by Reflectors 14a and 14a, this configuration considers central IDT11a as a division series connection configuration like the center IDT11 shown in drawing 1 , and uses output terminals 15a and 16a as a balanced type. The 2nd step of vertical joint mold duplex mode filter 1b considers central IDT11b which connected the input terminal 17 among three IDT(s) into which both sides were inserted by Reflectors 14b and 14b as the conventional configuration. And by connecting both outside IDT(s), i.e., outside IDT12a, outside IDT12b, and outside IDT13a and outside IDT13b, and considering as a cascade connection configuration, it is the configuration of -200ohm balanced output of 50-ohm unbalanced inputs, and the big filter of the magnitude of attenuation out of band is obtained.

[0020] Other examples of this invention are shown in drawing 3 . In the 1st step of vertical joint mold duplex mode filter 1a, and the 2nd step of vertical joint mold duplex mode filter 1b, this configuration considers each central IDT11a and central IDT11b as a division series connection configuration like the center IDT11 shown in drawing 1 , and uses output terminals 15a and 16a and input terminals 15b and 16b as a balanced type. And both outside IDT(s), i.e., outside IDT12a, outside IDT12b, and outside IDT13a and outside IDT13b are connected, and it

considers as a cascade connection configuration. That is, it is the two-step cascade connection configuration which has arranged the vertical joint mold duplex mode filter shown in drawing 1 R> 1 so that the unbalanced input side may serve as an interstage connection. Since the input/output relation of a balanced type-balanced type is acquired by this configuration and an I/O impedance can be set to 200 ohms, it is suitable for application in the circuit section which has an active element before and after a filter. And with this configuration, each terminal pair of both an input side and an output side is made with the same electrical-and-electric-equipment length.

[0021] As mentioned above, also in the vertical joint mold duplex mode filter using association with zero-order symmetric mode and primary antisymmetrical state mode, a balanced blocking output configuration is realizable, although the configuration at the time of applying this invention to the vertical joint mold duplex mode filter using three IDT(s) was explained with this invention using two IDT(s).

[0022] The example at the time of applying this invention is shown in the vertical joint mold duplex mode filter which prepared two IDT(s) in drawing 4 , drawing 5 , and drawing 6 , respectively.

[0023] Drawing 4 carries out contiguity arrangement of two IDT(s) 21 and 22 along the surface acoustic wave propagation direction on a piezo-electric substrate (not shown). It is the vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter which arranges reflectors 14 and 14 on both the outside, and uses association with zero-order symmetric mode and primary antisymmetrical state mode. One IDT21 is divided into two, and like the center IDT11 in drawing 1 , acoustically, on cascade connection and an electric target, it constitutes so that it may become a series connection configuration. Also in this configuration, like the configuration of drawing 1 R> 1, output terminals 15 and 16 are balanced types, and an input terminal 17 is an unbalance mold and serves as a configuration of - 200ohm balanced output of 50-ohm unbalanced inputs.

[0024] Although especially the component of the piezo-electric substrate in this configuration is not limited, since the case where the property of a narrow-band is

required comparatively considers as the configuration which prepares two IDT(s), as a piezo-electric substrate, 36-degree rotation Y cut X propagation lithium tantalate with a comparatively small electromechanical coupling coefficient and X cut 112 degree rotation Y propagation lithium tantalate are used abundantly.

[0025] Also in a configuration of preparing two IDT(s), it is used for the improvement in the out-of-band magnitude of attenuation as well as the case of a configuration of preparing three IDT(s) mentioned above, usually carrying out two-step cascade connection.

[0026] The example which carried out two-step cascade connection is shown in drawing 5 . The relation between drawing 4 and drawing 5 is the same as the relation between drawing 1 and drawing 2 . That is, in the 1st step of vertical joint mold duplex mode filter 1a, this configuration considers one IDT21a as a division series connection configuration like IDT21 of drawing 4 , and uses output terminals 15a and 16a as a balanced type. While connected the input terminal 17 and the 2nd step of vertical joint mold duplex mode filter 1b considers IDT22b as the conventional configuration. And by connecting IDT(s), i.e., IDT22a, and IDT21b of another side, and considering as a cascade connection configuration, it is the configuration of -200ohm balanced output of 50-ohm unbalanced inputs, and the big filter of the magnitude of attenuation out of band is obtained.

[0027] Other examples which carried out two-step cascade connection are shown in drawing 6 . The relation between drawing 4 and drawing 6 is the same as the relation between drawing 1 and drawing 3 . That is, in the 1st step of vertical joint mold duplex mode filter 1a, and the 2nd step of vertical joint mold duplex mode filter 1b, this configuration considers one [ each ] IDT21a and one IDT22b as a division series connection configuration like IDT21 of drawing 4 , and uses output terminals 15a and 16a and input terminals 15b and 16b as a balanced type. And IDT(s), i.e., IDT22a, and IDT21b of another side are connected, and it considers as a cascade connection configuration. That is, it is the two-step cascade connection configuration which has arranged the vertical joint mold duplex mode filter shown in drawing 4 so that the unbalanced input

side may serve as an interstage connection. Since the input/output relation of - 200ohm balance of 200-ohm balances is acquired by this configuration, it is suitable for application in the circuit section which has an active element before and after a filter.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view showing the configuration of IDT in the vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter of this invention.

[Drawing 2] It is the top view showing the configuration of IDT at the time of considering the vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter of this invention as balanced - unbalance configuration by two-step cascade connection.

[Drawing 3] It is the top view showing the configuration of IDT at the time of making the vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter of this invention into balanced - balanced construction by two-step cascade connection.

[Drawing 4] It is the top view showing the configuration of IDT in the vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter of this invention.

[Drawing 5] It is the top view showing the configuration of IDT at the time of

considering the vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter of this invention as balanced - unbalance configuration by two-step cascade connection.

[Drawing 6] It is the top view showing the configuration of IDT at the time of making the vertical joint mold dual mode surface acoustic wave filter of this invention into balanced - balanced construction by two-step cascade connection.

[Description of Notations]

1a, 1b Vertical joint mold duplex mode filter of an one-step configuration

11, 11a, 11b Center IDT

12, 12a, 12b, 13, 13a, 13b Outside IDT

14, 14a, 14b Reflector

15, 15a, 16, 16a Output terminal

15b, 16b, 17 Input terminal

21, 21a, 21b, 22, 22a, 22b IDT

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

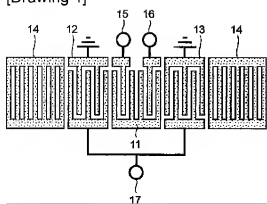
3.In the drawings, any words are not translated.

---

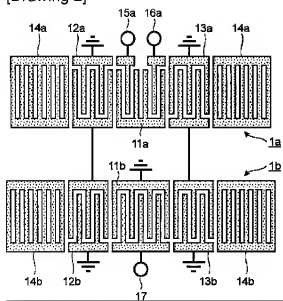
DRAWINGS

---

[Drawing 1]

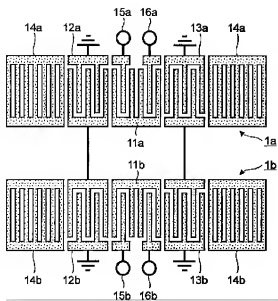


[Drawing 2]

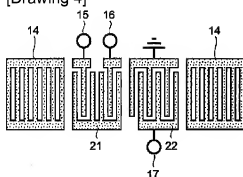


[Drawing 3]

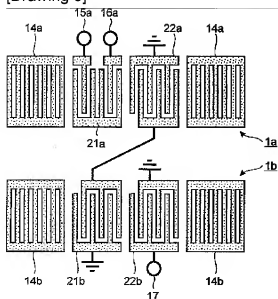




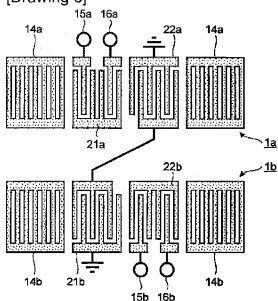
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

特開平11-97966

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

| (51) Int.Cl. <sup>8</sup> | 識別記号  | F I     |       |   |
|---------------------------|-------|---------|-------|---|
| H 0 3 H                   | 9/145 | H 0 3 H | 9/145 | A |
|                           | 9/25  |         | 9/25  | Z |
|                           | 9/64  |         | 9/64  | Z |

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁)

|           |                     |          |  |
|-----------|---------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平9-275174         | (71) 出願人 | 000003067<br>ティーディーケイ株式会社<br>東京都中央区日本橋 1 丁目13番 1 号 |
| (22) 出願日  | 平成 9 年(1997) 9 月22日 | (72) 発明者 | 中澤 道幸<br>東京都中央区日本橋一丁目13番 1 号 ティーディーケイ株式会社内         |
|           |                     | (72) 発明者 | 小山内 勝則<br>東京都中央区日本橋一丁目13番 1 号 ティーディーケイ株式会社内        |
|           |                     | (72) 発明者 | 佐藤 勝男<br>東京都中央区日本橋一丁目13番 1 号 ティーディーケイ株式会社内         |
|           |                     | (74) 代理人 | 弁理士 石井 陽一  |

## (54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

## (57) 【要約】

【課題】 縦結合型二重モード弾性表面波フィルタにおいて、その入出力の両方、または入力か出力かのいずれかの端子を平衡型とし、かつそのインピーダンスを従来構成の  $50\Omega$  からその4倍の  $200\Omega$  前後に上昇させると共に、これによるフィルタの大型化を避ける。

【解決手段】 弾性表面波伝搬方向に沿って3個の I D T を近接配置し、0次対称モードと2次対称モードとの結合を利用する構成において、中央の I D T を2分割し、音響的には縦続接続、電気的には直列接続となるようにする。また、弾性表面波伝搬方向に沿って2個の I D T を近接配置し、0次対称モードと1次反対称モードとの結合を利用する構成において、前記2個の I D T の一方を2分割し、音響的には縦続接続、電気的には直列接続となるようにする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板上に、弾性表面波伝搬方向に沿って3個のIDTを近接配置し、その両外側に反射器を配置し、0次対称モードと2次対称モードとの結合を利用した縦結合型二重モード弾性表面波フィルタであって、中央のIDTを2分割し、音響的には縦続接続、電気的には直列接続となるように構成した弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 圧電基板上に、弾性表面波伝搬方向に沿って2個のIDTを近接配置し、その両外側に反射器を配置し、0次対称モードと1次反対称モードとの結合を利用した縦結合型二重モード弾性表面波フィルタであって、前記2個のIDTの一方を2分割し、音響的には縦続接続、電気的には直列接続となるように構成した弾性表面波フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、携帯電話等に使用される弾性表面波フィルタに関するものであって、さらに詳しくは3個の弾性表面波変換器(Interdigital Transducer、以下、IDTと略記する)を用い、0次と2次の二つの対称モードの結合を利用し、かつ電気信号の平衡出力を可能とし、半導体能動素子への直接信号入力を可能とした縦結合型二重モード弾性表面波フィルタ、および2個のIDTを用い、0次対称モードと1次反対称モードとの結合を利用し、かつ電気信号の平衡出力を可能とし、半導体能動素子への直接信号入力を可能とした縦結合型二重モード弾性表面波フィルタに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、自動車に取り付けた自動車電話から始まった移動体通信装置は、個々の携帯化、いわゆる携帯電話へと移行し急速に普及しつつある。この携帯用電話機は、その普及にともない小型・軽量・低損失化に対する要求がますます大きくなり、内部に使用される個々の部品に対しても、小型・軽量・低損失化が求められている。移動体通信装置における主要な構成部品である高周波フィルタには、この要求に応えられるものとして弾性表面波フィルタが用いられてつづる。弾性表面波フィルタは、固体表面を伝搬する弾性表面波を利用したフィルタであり、その構成法についてはこれまで数多く報告されている。

【0003】移動体通信、特に携帯電話に利用されている周波数は、800MHz～1GHz、1.5GHz近傍、1.8～2GHzであり、さらに今後、需要の増加に伴い2GHzを超える周波数帯も利用されるものと思われる。これらの周波数帯域で使用されるフィルタには、低損失、広い通過帯域が要求され、この要求実現に好適な構成方法として、弾性表面波を用いた縦結合型二重モードフィルタがあることはすでに公知である。

## 【0004】縦結合型二重モードフィルタの構成例の一

つとして、特公平7-1859号公報に開示されたものが挙げられる。同公報には、圧電性基板(この場合は、Xカット112°回転Y伝搬のタンタル酸リチウムが使用されている)上に、弾性表面波伝搬方向に沿って3個のIDTを配置し、その両外側に格子状反射器を配置することにより、中心に対して対称な、いわゆる偶数次モードである0次と2次のモードを励起し、これらの結合により二重モードフィルタを構成することが示されている。ここで、縦結合と呼ぶのは、これら二つのモードが弾性表面波伝搬方向と同一方向に励起されることによる。このような二重モードフィルタは、水晶バULK波を用いたモノリシックフィルタにおいて古くから知られており、その設計に際しては、二つのモードの周波数配置が重要なことが知られている。同公報においても、この周波数配置として、0次モードの共振周波数と2次モードの反共振周波数とをほぼ一致させる、すなわち両周波数の正規化周波数差が0.000より小さくなるようにすることが示されている。そして、この構成において、比帯域幅(通過帯域幅を中心周波数で除した値)0.40%のフィルタが得られたことが示されている。

【0005】一方、二つのIDTを弾性表面波伝搬方向に近接配置し、その両外側に反射器を配置した構成の縦結合型二重モードフィルタの構成例としては、例えば、特公平3-51330号公報に記載されたものが挙げられる。この場合は、中心に対して対称な0次のモードと、反対称な1次のモードとを励起し、これらの結合により二重モードフィルタを構成する。ここで引用した従来例においては、圧電基板としてタンタル酸リチウム、STカット水晶が使われ、その基板上に形成するIDTの総対数、および交差幅を制御することによって、構成されるフィルタの通過帯域幅が制御できることが示されている。なお、同公報には、タンタル酸リチウムのカット角および弾性表面波伝搬方向についての明確な記述はないが、温度特性の記述からXカット112°回転Y伝搬であることが予想される。

【0006】さて、現在国内外で実用となっている移動体通信、すなわち携帯電話、コードレス電話システムには、米国のAMPS方式、欧州のGSM、EGSMおよびCT-2方式、日本国内のPHS、PDCおよびNTACS方式等、各種のものが存在し、さらには、CDMA方式、W-CDMA(ワイドバンドCDMA)方式も実用に供されようとしている。これらのシステムの高周波回路部に使用されるフィルタでは、通過帯域幅が数メガヘルツから数十メガヘルツまで各種仕様のものが要求されるが、前記縦結合型二重モード弾性表面波フィルタは、この広範囲な仕様要求に応え得るものとされている。具体的には、圧電基板を電気機械結合係数の大きな材料から構成すると、通過帯域幅を広くすることができ、また、2個のIDTを設けて0次対称モードと1次反対称モードとを利用するよりも、3個のIDTを設け

て0次対称モードと2次対称モードとを利用したほうが広帯域化が可能となる。圧電基板として電気機械結合係数の大きな64°回転Yカットニオブ酸リチウムを用い、これに2個のIDTを設けた構造は、例えば特開平4-207615号公報に開示されており、64°回転Yカットニオブ酸リチウムに3個のIDTを設けた構造は、例えば特開平5-267990号公報に開示されている。このように、縦結合型二重モード弾性表面波フィルタにおいて使用する圧電基板と設置するIDTの個数とは、要求仕様に応じ適宜組み合わせられる。

【0007】以上述べたように、移動体通信端末機の高周波回路部には、弾性表面波フィルタがその小型軽量という特徴のために多用されている。そして、多様な要求仕様に応えるためには、設計自由度の大きな縦結合型二重モードフィルタが適当である。

【0008】ところで、移動体通信端末、具体的には携帯電話機の構成をみると、前記弾性表面波フィルタは、通常、受信高周波回路部のローノイズアンプとミキサとの間、またはローノイズアンプの前段に配されている。ミキサやアンプなどの能動素子は、入出力インピーダンスが、通常、200Ωであり、また、低電圧でダイナミックレンジを広くし、高いゲインを得るために、入出力が平衡型とされるようになってきている。しかし、上述した従来の弾性表面波フィルタでは、入出力インピーダンスが50Ωとされ、かつ入出力のそれぞれの端子対の一方の端子が接地される不平衡型となっているために、周辺能動素子への直接接続ができず、また接地条件によりノイズの影響が除去できないという問題がある。

【0009】能動素子の入出力の平衡化と、そこに使われる弾性表面波フィルタの入出力の平衡化とに関する課題については、例えば「電子情報通信学会総合大会講演論文集（基礎・境界）講演番号A-11-17、p.292、1997年」において報告されている。この報告では、アンテナ側への不平衡50Ω整合とアンプ側への平衡200Ω整合とに対応できるRF用SAWフィルタとして、100Ω系SAW共振子フィルタ4素子を用い、入力側は並列、出力側は直列接続とすることで、50Ω-200Ωインピーダンスを実現している。そして、平衡出力側において一方のSAWフィルタをIDTの向きの逆転により入出力位相反転させ、平衡信号が出力される構成としている。しかし、この構成では素子サイズが大きくなり、その結果、ウェーハ当たりの取り個数が減り、コスト高になってしまう問題がある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、縦結合型二重モードフィルタにおいて、その入出力の両方、または入力か出力かのいずれかの端子を平衡型とし、かつそのインピーダンスを従来構成の50Ωからその4倍の200Ω前後に上昇させると共に、これによるフィル

タの大型化を避けることである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的は、下記（1）および（2）のいずれかの構成により達成される。

（1）圧電基板上に、弾性表面波伝搬方向に沿って3個のIDTを近接配置し、その両外側に反射器を配置し、0次対称モードと2次対称モードとの結合を利用した縦結合型二重モード弾性表面波フィルタであって、中央のIDTを2分割し、音響的には縦接続、電気的には直列接続となるように構成した弾性表面波フィルタ。

（2）圧電基板上に、弾性表面波伝搬方向に沿って2個のIDTを近接配置し、その両外側に反射器を配置し、0次対称モードと1次反対称モードとの結合を利用した縦結合型二重モード弾性表面波フィルタであって、前記2個のIDTの一方を2分割し、音響的には縦接続、電気的には直列接続となるように構成した弾性表面波フィルタ。

【0012】

【作用および効果】本発明では、従来50Ωに設定されていた一つのIDTを2分割し、かつ、これらを音響的に縦（カスケード）接続、電気的に直列接続となるように配置すること、従来の縦結合型二重モードフィルタに対し素子寸法を増大させることなく、インピーダンスを従来の4倍の200Ωに上昇させることができ、周辺能動素子の入力インピーダンスと整合させることができる。また、従来IDT電極指を挟んで対向してあった外部端子への接続用パターを同一線に形成することができるので、平衡型入出力端子対の両端子とも外側から見て同一の電気長とすることができ、特性的に好ましい。

【0013】

【実施例】以下、実施例をもとに、本発明を詳細に説明する。

【0014】図1は、本発明の弾性表面波フィルタの一実施例を示す電極構造概略図である。この弾性表面波フィルタでは、圧電基板（図示せず）上に、中央IDT11が配置され、その両外側に外側IDT12、13が配置され、さらにその両外側に反射器14、14が配置されている。

【0015】この実施例では、圧電基板には64°回転YカットX伝搬ニオブ酸リチウムを用い、電極はスパッタ成膜したAl-O、5wt%Cu合金を用いたが、他の成膜方法であってもよいし、電極材も純Alや他のAl合金であってもよい。また、この実施例では、IDT周期入を4、648μmとし、この入で規格化した電極厚さを3、55%としたが、これらは要求仕様に応じて適宜設定すればよい。

【0016】次に、IDT、反射器の諸元について記すと、中央IDT11の実効対数は17対であり、外側IDT12、13の実効対数はそれぞれ11対であり、電極指交差幅は56μmである。この構成では、中央IDT

11の左右の音響ポートが互いに反対極性となるため、その両外側の外側IDT12、13は、互いに上下反転となるように形成してある。しかし、中央IDTからの距離を半波長ずらすことによって、外側IDT12、13を反転関係とせずに同一構造とすることもできる。反射器14は、反射ストライプ数を250本とし、そのピッチは、IDTコンダクタンス最大位置が反射器ストップバンド内に入るように、若干広く設定した。

【0017】図1の構成は、中央IDT11に接続されている出力端子15、16が共に接地されていない平衡出力であり、出力端子15、16を弾性表面波伝搬路からはほぼ等しい電気長で取り出せるため、特性的に好ましい。そして、中央IDT11を2分割しかつ直列接続としているので、出力インピーダンスが200Ωとなる。なお、この構成において、中央IDT11を分割直列接続構成とせずに従来構造とした場合、入出力インピーダンスは共に50Ωであることを、別途確認した。この構成では、外側IDT12、13に接続されている入力端子17を不平衡型としているので、50Ω不平衡入力-200Ω平衡出力の構成となる。ただし、出力端子15、16を入力端子として用い、入力端子17を出力端子として用いれば、200Ω平衡入力-50Ω不平衡出力の構成とすることができる。どちらの構成とするかは、弾性表面波フィルタの適用箇所に応じて適宜選択すればよい。なお、出力端子と入力端子とを逆にしてもよいことは、以下に説明する他の実施例においても同様である。

【0018】なお、分割の元となる50Ω系の中央IDTが偶数本の電極指を有する場合には、図1に示すように電極指数が等しくなるように2分割すればよいが、分割の元となる50Ω系の中央IDTが奇数本の電極指を有する場合には、分割直列構成となる2つのIDTは、電極指数が1異なることになる。

【0019】図2に、本発明の他の実施例を示す。従来から、フィルタの帯域外減衰量の確保のため、縦結合型二重モードフィルタを二段縦接続構成とすることが知られていたが、この二段縦接続構成に本発明を適用した例が、図2に示す実施例である。この構成は、両側を反射器14a、14aに挟まれた3個のIDTを有する1段目の縦結合型二重モードフィルタ1aにおいて、中央IDT11aを、図1に示す中央IDT11と同様に分割直列接続構成とし、出力端子15a、16aを平衡型としたものである。2段目の縦結合型二重モードフィルタ1bは、両側を反射器14b、14bに挟まれた3個のIDTのうち、入力端子17を接続した中央IDT11bを従来構成としたものである。そして、両外側IDT同士、すなわち外側IDT12aと外側IDT12b、および外側IDT13aと外側IDT13bとを接続して縦接続構成とすることにより、50Ω不平衡入力-200Ω平衡出力の構成で、かつ帯域外減衰量の

大きなフィルタが得られている。

【0020】図3に、本発明の他の実施例を示す。この構成は、1段目の縦結合型二重モードフィルタ1aおよび2段目の縦結合型二重モードフィルタ1bにおいて、それぞれの中央IDT11aおよび中央IDT11bを、図1に示す中央IDT11と同様に分割直列接続構成とし、出力端子15a、16aおよび入力端子15b、16bを平衡型としたものである。そして、両外側IDT同士、すなわち外側IDT12aと外側IDT12b、および外側IDT13aと外側IDT13bとを接続して縦接続構成としたものである。すなわち、図1に示す縦結合型二重モードフィルタを、その不平衡入力側が段間接続部となるように配置した二段縦接続構成である。この構成により、平衡型-平衡型の入出力関係が得られ、かつ入出力インピーダンスを200Ωとすることができるので、フィルタの前段に能動素子のある回路部への適用に適する。そして、この構成では、入力側および出力側の両方の端子対をいずれも同一電気長とできる。

【0021】以上、3個のIDTを用いた縦結合型二重モードフィルタに本発明を適用した場合の構成について説明したが、2個のIDTを用い、0次対称モードと1次反対称モードとの結合を利用する縦結合型二重モードフィルタにおいても、本発明により平衡型入出力構成を実現することができる。

【0022】図4、図5、図6に、2個のIDTを設けた縦結合型二重モードフィルタに本発明を適用した場合の実施例をそれぞれ示す。

【0023】図4は、圧電基板（図示せず）上に、弾性表面波伝搬方向に沿って2個のIDT21、22を近接配置し、その両外側に反射器14、14を配置し、0次対称モードと1次反対称モードとの結合を利用する縦結合型二重モード弾性表面波フィルタであり、一方のIDT21を2分割し、図1における中央IDT11と同様に、音響的には縦接続、電気的には直列接続構成となるように構成したものである。この構成においても、図1の構成と同様に、出力端子15、16が平衡型であり、入力端子17が不平衡型であって、50Ω不平衡入力-200Ω平衡出力の構成となる。

【0024】この構成における圧電基板の構成材料は特に限定されないが、2個のIDTを設ける構成とするのは、比較的狭帯域の特性が要求される場合など、圧電基板としては比較的電気機械結合係数の小さな36°回転YカットX振盪タンタル酸リチウムや、Xカット112°回転Y振盪タンタル酸リチウムが多用される。

【0025】2個のIDTを設ける構成の場合も、前述した3個のIDTを設ける構成の場合と同様に、帯域外減衰量向上のため、通常、二段縦接続して使用される。

【0026】2段縦接続した実施例を、図5に示す。

図4と図5との関係は、図1と図2との関係と同様である。すなわち、この構成は、1段目の縦結合型二重モードフィルタ1aにおいて、一方のIDT21aを、図4のIDT21と同様に分割直列接続構成とし、出力端子15a、16aを平衡型としたものである。2段目の縦結合型二重モードフィルタ1bは、入力端子17を接続した一方のIDT22bを従来の構成としたものである。そして、他方のIDT同士、すなわちIDT22aとIDT21bとを接続して縦続接続構成とすることにより、50Ω不平衡入力-200Ω平衡出力の構成で、かつ帯域外減衰量の大きなフィルタが得られている。

【0027】二段縦続接続した他の実施例を、図6に示す。図4と図6との関係は、図1と図3との関係と同様である。すなわち、この構成は、1段目の縦結合型二重モードフィルタ1aおよび2段目の縦結合型二重モードフィルタ1bにおいて、それぞれの一方のIDT21aおよび一方のIDT22bを、図4のIDT21と同様に分割直列接続構成とし、出力端子15a、16aおよび入力端子15b、16bを平衡型としたものである。そして、他方のIDT同士、すなわちIDT22aとIDT21bとを接続して縦続接続構成としたものである。すなわち、図4に示す縦結合型二重モードフィルタを、その不平衡入力側に段間接続部となるように配置した二段縦続接続構成である。この構成により、200Ω平衡-200Ω平衡の入出力関係が得られるので、フィルタの前後に能動素子のある回路部への適用に適する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の縦結合型二重モード弾性表面波フィルタにおけるIDTの構成を示す平面図である。

【図2】本発明の縦結合型二重モード弾性表面波フィルタを、二段縦続接続による平衡-不平衡構成とした場合のIDTの構成を示す平面図である。

【図3】本発明の縦結合型二重モード弾性表面波フィルタを、二段縦続接続による平衡-平衡構成とした場合のIDTの構成を示す平面図である。

【図4】本発明の縦結合型二重モード弾性表面波フィルタにおけるIDTの構成を示す平面図である。

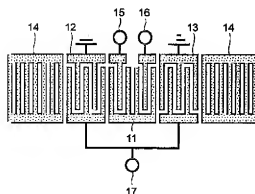
【図5】本発明の縦結合型二重モード弾性表面波フィルタを、二段縦続接続による平衡-不平衡構成とした場合のIDTの構成を示す平面図である。

【図6】本発明の縦結合型二重モード弾性表面波フィルタを、二段縦続接続による平衡-平衡構成とした場合のIDTの構成を示す平面図である。

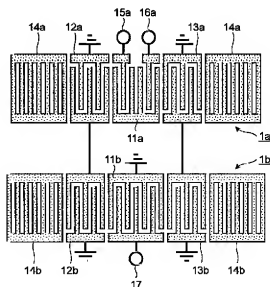
#### 【符号の説明】

- 1a、1b 1段構成の縦結合型二重モードフィルタ
- 11、11a、11b 中央IDT
- 12、12a、12b、13、13a、13b 外側IDT
- 14、14a、14b 反射器
- 15、15a、16、16a 出力端子
- 15b、16b、17 入力端子
- 21、21a、21b、22、22a、22b IDT

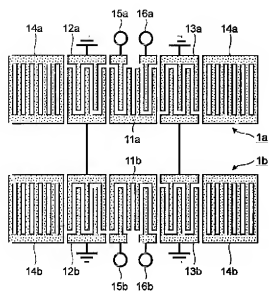
【図1】



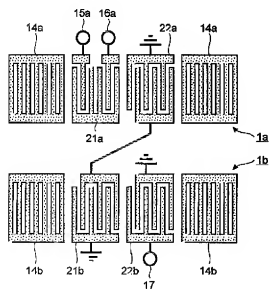
【図2】



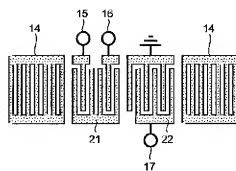
【図3】



【図5】



【図4】



【図6】

